

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНО-ВРАЩАТЕЛЬНЫХ ВИБРАЦИЙ КОРОБА ГРОХОТА ВОЗБУЖДАЕМЫХ ПАССИВНЫМ АВТОБАЛАНСИРОМ

Г.Б. Филимоныхин, В.В. Яцун

Кировоградский национальный технический университет

В добывающей промышленности, производстве строительных материалов, сельскохозяйственном производстве и т.п. широко используются вибрационные машины. Среди них наиболее перспективными являются – резонансные. Работа в режиме, близком к резонансному, позволяет обеспечивать колебания платформы больших размеров и массы при минимальных затратах энергии и минимальных нагрузках на детали привода. Но резонансные режимы колебаний рабочего органа вибромашины при обычных вынужденных колебаниях практически не реализуемы из-за низкой стабильности резонансного режима.

Эффективность вибрационных, в том числе и резонансных машин повышается при использовании в них двух и более частотных возбудителей вибраций. Как правило, на низшей частоте происходит основной технологический процесс (сепарация, классификация, просеивание и т.п.), а на более высоких – самоочищение сита, изменение механических свойств обрабатываемого материала и т.п. Поэтому актуально создание резонансных поличастотных вибрационных машин.

Существующие способы возбуждения поличастотных вибраций имеют известные трудности с подстройкой под резонансную частоту колебаний короба.

Поэтому нами был предложен новый способ возбуждения двухчастотных вибраций в вибрационных машинах с использованием в качестве вибровозбудителя пассивных автобалансиов (АБ) [1].

Работоспособность способа доказана 3D моделированием в компьютерной САПР Solidworks и подтверждена натурным экспериментом [2] для вибрационной машины с вертикальным поступательным движением короба.

Целью данной работы является исследование возбуждения двухчастотных вибраций шаровыми АБ при колебательно-вращательном движении короба грохота. Такое движение короба обеспечивает как высокую эффективность грохочения (75–85%), так долговечность и технологичность конструкции.

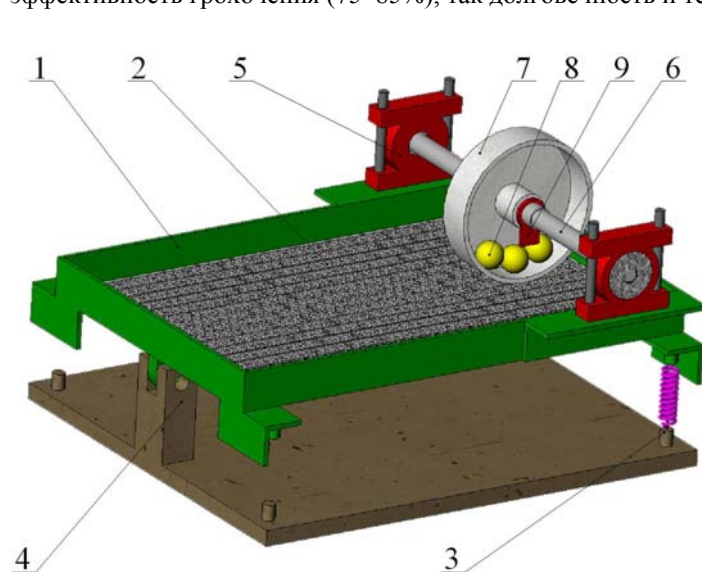


Рис. 1. 3D модель станда грохота с колебательно-вращательным движением короба

При колебательно-вращательном механизме движения короба возможен параметрический резонанс, он нежелателен. Задача состоит в поиске (методом проб) области параметров внутри которой нет параметрического резонанса и АБ гарантировано возбуждает устойчивые двухчастотные вибрации.

Была модернизирована 3D модель грохота, описанная в работе [1]. Благодаря модернизации короб, размерами 200 x 300 мм получил возможность совершать колебательно-вращательные движения (рис. 1).

3D модель состоит из таких основных частей: короба 1, сменного решета 2, податливых опор 3, шарнирной опоры 4, опор 5, вала 6, корпуса АБ 7, шаров 8 и дебаланса 9.

После налаживания и тестирования 3D модели были выделены такие основные параметры, влияющие на устойчивость двухчастотных вибраций: коэффициент жесткости опор k ; коэффициент силы вязкого сопротивления опор B ; масса дебаланса на

корпусе АБ M_D ; суммарная масса шаров M_{Σ} ; масса короба M ; частота вращения вала ω ; коэффициент силы вязкого сопротивления движению шаров h .

В результате моделирования установлено влияние параметров грохота на двухчастотные вибрации. Так, увеличение коэффициента жесткости опор k ведет к увеличению частоты собственных колебаний центра масс короба. Увеличение коэффициента сил вязкого сопротивления опор B уменьшает амплитуду медленных колебаний центра масс короба. Увеличение массы короба в диапазоне 2000–3000 г приводит к тому, что низшая частота колебаний центра масс короба уменьшается, однако при этом шары автоматически подстраиваются под изменение массы короба.

Увеличение суммарной массы шаров в диапазоне 25–32 г прямопропорционально увеличивает амплитуду медленных колебаний центра масс короба. Это прямопропорционально увеличивает энергию колебаний, направленную на выполнение основного техпроцесса (сепарации, классификации, просеивания и т.

п.). Увеличение массы дебаланса на корпусе АБ в диапазоне 13–23 г прямопропорционально увеличивает амплитуду быстрых колебаний центра масс короба.

Установлено, что увеличение частоты вращения ротора в диапазоне 1500–3000 об/мин прямопропорционально увеличивает амплитуду быстрых виброскоростей короба. Это пропорционально квадрату частоты вращения ротора увеличивает энергию колебаний, направленную на самоочищение короба и изменение через вибрации механических свойств обрабатываемого материала.

Изменение выделенных параметров в найденных областях позволяет: более чем в 3 раза увеличивать амплитуду медленных вибраций и более чем в 3,5 – быстрых, более чем в 15 раз соотношение между амплитудами быстрых и медленных вибраций, а соотношение между частотами – более чем в 3 раза.

Поскольку двухчастотные вибрации имеют две составляющие, возникающие соответственно от дисбаланса на корпусе АБ и от шаров, было решено исследовать каждую составляющую отдельно. Для этого было проведено моделирование работы грохота в двух режимах:

- без шаров ($M_{кз}=0$, рис. 2, а);
- без дисбаланса на корпусе АБ ($M_D=0$, рис. 2, б).

На диаграмме горизонтальная ось отображает время, вертикальная – проекцию виброускорения центра масс короба на вертикальную ось.

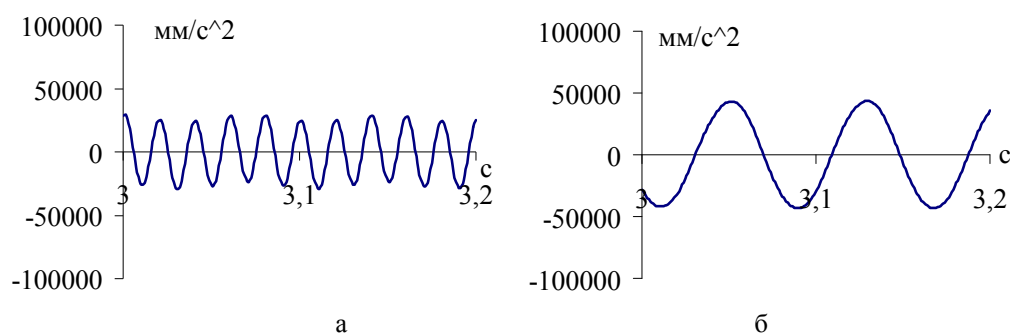


Рис. 2. Диаграмма виброускорений центра масс короба при одночастотных вибрациях от: а – дисбаланса на корпусе АБ; б – шаров

Затем, полученные данные были обработаны в системе компьютерной алгебры Mathcad и была построена суммарная диаграмма виброускорений. Сравнение построенной диаграммы с диаграммой, полученной моделированием в САПР Solidworks (при наличии как шаров, так и дисбаланса на корпусе АБ) (рис. 3), показывает, что они почти идентичны (наибольшие расхождения не превышают 3%).

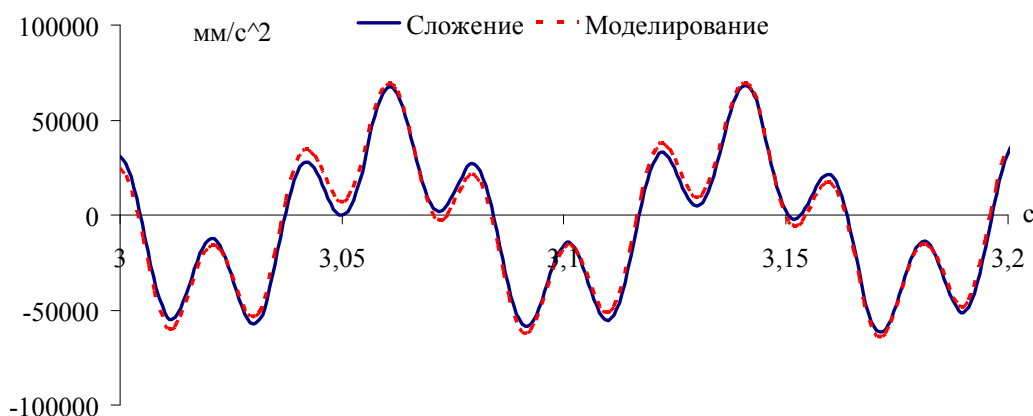


Рис. 3. Диаграммы виброускорений центра масс короба, полученные сложением одночастотных графиков (со сдвигом времени на 0,01с для быстрых колебаний) и 3D моделированием

Моделирование показало, что в найденных областях АБ работает как два отдельных вибровозбудителя. В первом шары практически равномерно вращаются с резонансной частотой колебаний короба, причем независимо от его загрузки шары автоматически подстраиваются под эту частоту, чем возбуждают медленные колебания центра масс короба (12 Гц) с большой амплитудой. Во втором – масса на корпусе АБ возбуждает быстрые колебания центра масс короба с (любой) текущей зарезонансной частотой вращения ротора.

Литература

1. Филимоныхин, Г. Б. Способ возбуждения двухчастотных вибраций пассивными автобалансирами [Текст] / Г. Б. Филимоныхин, В. В. Яцун // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – № 2/7 (76). – С. 9–14. doi: 10.15587/1729-061.2015.47116.
2. Филимоныхин, Г. Б. Экспериментальное исследование двухчастотных вертикальных вибраций платформы, возбужденных шаровыми автобалансирами [Текст] / Г. Б. Филимоныхин, В. В. Яцун // Вібрації в техніці і технологіях. – 2015. – № 4 (80). – С. 90–95.